

Japanese Patent Laid-open Publication No. 2000-59774 A

Publication date : February 25, 2000

Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

Title : VIDEO ENCODING CONTROLLER

5

(57) [Abstract]

[Problem to be solved] To control to encode video signals with the minimum bit rate in order to achieve a target quality.

[Solution] This controller comprises a video signal
10 characteristic deriving unit 3 for determining the
characteristic T of an input video signal, based on encode
parameters F, R, Q, B obtained as the result of an encode processing
unit 1 encoding the input video signal by the unit of predetermined
processing, and an encode controlling unit 5 for determining
15 the optimum encode parameters to a target quality S_0 according
to the characteristic T of the obtained input video signal, the
predetermined characteristic of the input signal, and a
relationship between the encode parameter and the subjective
quality S and for giving the above encode parameters to the encode
20 processing unit 1 as the target values of the encode parameters
of the input video signal for the next processing unit.

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention
25 relates to a video encoding controller which can achieve a

subjective quality at the bit rate as small as possible
(hereinafter, referred to as a target quality), by controlling
the encode processing of an encoding unit in consideration of
the characteristic of an input video signal when the encoding
5 unit encodes a video signal.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The present invention is chiefly
characterized by determining encode parameters for achieving
10 a target quality at the minimum bit rate by reference to the
result of analyzing the characteristic of input video after
requiring a relationship between the encode parameters and the
subjective quality as for video having various characteristics.

15 [0007]

In the present invention, since the encoding processing of the
encoding unit is controlled based on the relationship between
the subjective quality and the encode parameters required in
advance correspondingly to the characteristic of an input video
20 signal, a target quality can be achieved at the minimum bit rate
in an encoding processing control of the prepared encoding unit
as long as this relationship is maintained. Further, as high
a subjective quality as possible can be achieved even when that
is impossible.

25

[0008]

[Embodiment] Fig. 1 is a block diagram of a first embodiment of the present invention. In this figure, the reference numeral 1 indicates the encode processing unit (encoding unit), the reference numeral 2 indicates a video signal characteristic function database, the reference numeral 3 indicates a video signal characteristic deriving unit, the reference numeral 4 indicates a subjective quality database, and the reference numeral 5 indicates an encode controlling unit.

10

[0010]

The video signal characteristic function database 2 holds the function (the characteristic derivation function) $F_B(FR, Q)$ for deriving the characteristic T of an input video signal based on the encode parameters (here, frame rate FR , quantization precision parameter Q) obtained as the result of the encode processing unit 1 encoding the input video signal at the target bit rate B_0 . The video signal characteristic deriving unit 3 derives the characteristic T of the input video signal by substituting the frame rate FR and the quantization precision parameter Q for the characteristic derivation function $F_B(FR, Q)$ obtained with reference to the video signal characteristic function database 2. An operation of the concrete characteristic derivation will be described later.

25

[0011]

The subjective quality database 4 holds the parameter derivation function $g_T(S)$ showing the relationship between the subjective quality and the bit rate when the input video signal having the video characteristic T derived in the video signal characteristic deriving unit 3 is encoded at a bit rate of the encode processing unit 1, which rate is changed. The encode controlling unit 5 derives the target bit rate B_0 by substituting the target quality S_0 for the parameter derivation function $g_T(S)$ obtained from the subjective quality database 4 correspondingly to the video characteristic T derived in the video signal characteristic deriving unit 3. A concrete operation of the target bit rate derivation will be described later.

15 [0015]

The video signal characteristic deriving unit 3 obtains the characteristic derivation function $f_B(FR, Q)$ corresponding to the bit rate B , by referring to the video signal characteristic function database 2 according to the value of the bit rate B obtained from the encode processing unit 1. The values of the frame rate FR and the quantization precision parameter Q obtained from the encode processing unit 1 are substituted for this, thereby determining the characteristic T of the input video signal. The relationship among FR , Q and T according to the function of the above expression 1 is shown in Fig. 3. In this

embodiment, the characteristic of the input video is classified into four types (t0 to t3).

[0024]

5 A constitution of the video signal characteristic table 12 and an operation of the characteristic derivation in the video signal characteristic deriving unit 13 using this constitution will be described at first. In the embodiment, the characteristic T of the input video is classified into groups in advance according to the relative relation among three: the frame rate FR, the quantization precision parameter Q, and the bit rate B. More specifically, as shown in Fig. 7, in various combinations of the values of FR, Q, and the bit rate, classification of the characteristic T depends on the range of the bit rate B and the information on the above is prepared as the video signal characteristic table 12. The video signal characteristic deriving unit 13 determines the characteristic T of the input video signal by referring to the video signal characteristic table 12 based on the values of the FR, Q and B obtained from the encode processing unit 11. In this embodiment, the characteristic T of the input video is classified into four types (t0 to t3).

[0028]

[Effect of the Invention] As set forth hereinabove, the present invention can achieve a target quality at the minimum bit rate in the video encoding control, and it can achieve a subjective
5 quality which is the nearest to the target quality even when the above is difficult.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-59774
(P2000-59774A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 4 N 7/24		H 0 4 N 7/13	Z 5 C 0 5 9
1/41		1/41	B 5 C 0 7 8

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-223358

(22) 出願日 平成10年8月6日 (1998.8.6)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 岡本 淳

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 高橋 玲

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100073760

弁理士 鈴木 誠

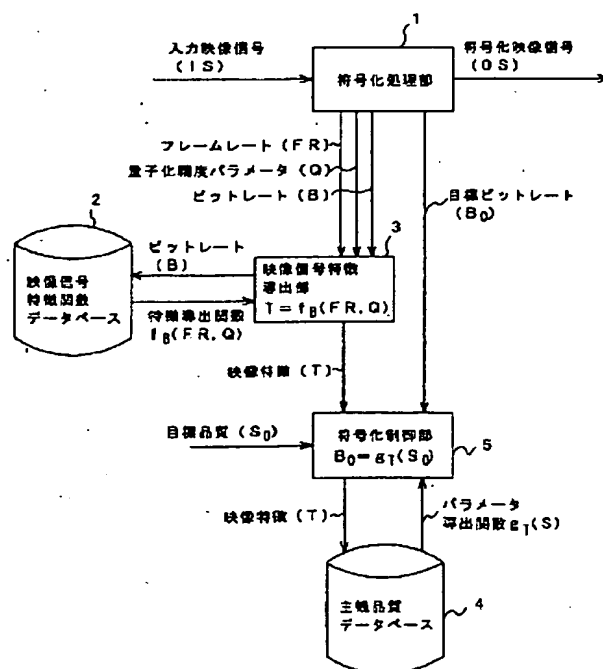
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 映像符号化制御装置

(57) 【要約】

【課題】 目標品質を達成するために必要最小限のビットレートで映像信号を符号化するように制御する。

【解決手段】 符号化処理部1が所定処理単位で入力映像信号を符号化した結果得られる符号化パラメータ値FR, Q, Bに基づいて、入力映像信号の特徴Tを決定する映像信号特徴導出部3、該得られた入力映像信号の特徴Tと、予め求めてある入力映像の特徴、符号化パラメータ値と主観品質Sの関係とから、目標品質S₀に最適な符号化パラメータ値を決定し、該符号化パラメータ値を次の処理単位の入力映像信号の符号化パラメータの目標値として符号化処理部1へ与える符号化制御部5を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 映像信号を符号化する符号化部の符号化処理を、入力映像信号の特徴を考慮して制御する映像符号化制御装置であって、

符号化部が所定処理単位で映像信号を符号化した結果得られる符号化パラメータ値に基づいて、入力映像信号の特徴を決定する映像信号特徴導出部と、

前記映像信号特徴導出部で得られる入力映像信号の特徴と、予め求めてある入力映像の特徴、符号化パラメータ値と主観品質の関係とから、目標品質に最適な符号化パラメータ値を決定し、該符号化パラメータ値を次の処理単位の映像信号の符号化パラメータの目標値として符号化部へ与える符号化制御部を備えたことを特徴とする映像符号化制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の映像符号化制御装置において、符号化パラメータ値と入力映像の特徴を対応づけるデータベースを保持し、映像信号特徴導出部は、該データベースを参照することにより入力映像信号の特徴を決定することを特徴とする映像符号化制御装置。

【請求項3】 請求項1、2記載の映像符号化制御装置において、入力映像の特徴、符号化パラメータ値と主観品質の関係をデータベースとして保持し、符号化制御部は、該データベースを参照することにより入力映像信号の特徴に対応した最適な符号化パラメータ値を決定することを特徴とする映像符号化制御装置。

【請求項4】 請求項1、2、3記載の映像符号化制御装置において、符号化制御部から符号化部へ与える符号化パラメータ値を映像信号特徴導出部にフィードバックさせることを特徴とする映像符号化制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、符号化部が映像信号を符号化する際に、入力映像信号の特徴を考慮して符号化部の符号化処理を制御することにより、なるべく少ないビットレートで目標とする主観品質（以下、目標品質と呼ぶ）を達成する映像符号化制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】映像信号の符号化においては、入力映像の物理的特徴の違いにより、その符号化品質は大きく異なる。従って、入力映像に依存せずにある品質を達成するためには、その品質を達成するために必要な符号化パラメータ値を、入力映像の特徴を考慮して決定する必要がある。一般に、十分高いビットレートをを用いれば目標品質を達成することができるが、映像信号の伝送・蓄積効率の観点からはなるべく低いビットレートで符号化することが望まれる。つまり、目標品質を達成するために必要最小限のビットレートで符号化するような符号化制御が重要である。

【0003】従来、例えば特開平2-219388号公報や特開平3-124143号公報に記載のように、符

号化された映像信号の歪み量を信号対雑音比（S/N比）を用いて定量化し、この結果に基づいて符号化制御を行う技術が提案されている。このような制御を行うことにより、歪み量を許容範囲内に収めつつ、必要最小限のビットレートで映像信号を符号化することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、S/N比は人間の感じる品質、つまり主観品質とは必ずしも対応しないため、従来のS/N比を一定とする制御法では目標品質を達成する必要十分な符号化制御を行うことはできない。

【0005】本発明の目的は、目標品質を達成するために必要最小限なビットレートで映像信号を符号化するよう符号化制御を行い、また、これが困難な場合にもなるべく高い品質を達成するよう符号化制御を行う映像符号化制御装置を提供することにある。

【0006】

（課題を解決するための手段）本発明は、様々な特徴を有する映像について符号化パラメータ値と主観品質の関係を予め求めておき、入力映像の特徴を分析した結果に基づいてこれを参照することにより、目標品質を最も低いビットレートで達成する符号化パラメータ値を決定することを主要な特徴とする。

【0007】本発明では、入力映像信号の特徴に対応して予め求めてある符号化パラメータ値と主観品質の対応関係に基づいて符号化部の符号化処理を制御するため、この関係が保たれている限り、用意された符号化部の符号化処理制御において、最も低いビットレートで目標品質を達成することができ、あるいは、これが不可能な場合もなるべく高い主観品質を達成することができる。

【0008】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施例のブロック図である。図において、1は符号化処理部（符号化部）、2は映像信号特徴関数データベース、3は映像信号特徴導出部、4は主観品質データベース、5は符号化制御部である。

【0009】本実施例における符号化処理部1は、入力された映像信号ISを、後述する符号化処理部5から得られる目標ビットレートB₀で符号化し、符号化映像信号OSを出力する。本符号化処理部1では、発生ビットレートBが符号化制御部5から得られる目標ビットレートB₀になるようフレームレートFRと量子化精度パラメータQを自律的に決定する。なお、符号化処理動作の開始時点では、目標ビットレートB₀の初期値として予め決められた値を用いる。

【0010】映像信号特徴関数データベース2は、符号化処理部1が目標ビットレートB₀で入力映像信号を符号化した結果得られる符号化パラメータ値（ここでは、フレームレートFR、量子化精度パラメータQ）に基づいて入力映像信号の特徴Tを導出する関数（特徴導出関

数) $F_B(FR, Q)$ を保持する。映像信号特徴導出部 3 は、映像信号特徴関数データベース 2 を参照して得られた特徴導出関数 $F_B(FR, Q)$ に、フレームレート FR 、量子化精度パラメータ Q を代入することにより入力映像信号の特徴 T を導出する。具体的な特徴導出の動作については後述する。

【0011】主観品質データベース 4 は、映像信号特徴導出部 3 において導出された映像特徴 T を有する入力映像信号を、符号化処理部 1 のビットレートを変化させて符号化したときのビットレートと主観品質の関係を表すパラメータ導出関数 $g_1(S)$ を保持する。符号化制御部 5 は、映像信号特徴導出部 3 において導出された映像特徴 T に対応して主観品質データベース 4 から得られるパラメータ導出関数 $g_1(S)$ に目標品質 S_0 を代入するこ

$$f_B(FR, Q) = \begin{cases} t_0 & \text{if } 0 \leq Q < \alpha_B \cdot FR + \beta_B \\ t_1 & \text{if } \alpha_B \cdot FR + \beta_B \leq Q < \gamma_B \cdot FR + \delta_B \\ t_2 & \text{if } \gamma_B \cdot FR + \delta_B \leq Q < \varepsilon_B \cdot FR + \zeta_B \\ t_3 & \text{if } \varepsilon_B \cdot FR + \zeta_B \leq Q \end{cases}$$

$\alpha_B, \beta_B, \gamma_B, \delta_B, \varepsilon_B, \zeta_B$ はビットレート B に対応して予め定められた係数。

【0015】映像信号特徴導出部 3 は、符号化処理部 1 から得られたビットレート B の値から、映像信号特徴関数データベース 2 を参照することにより、ビットレート B に対応した特徴導出関数 $f_B(FR, Q)$ を得る。そして、これに符号化処理部 1 から得たフレームレート FR 、量子化精度パラメータ Q の値を代入することにより、入力映像信号の特徴 T を決定する。上記数 1 の関数に従った場合の FR, Q, T の関係を図 3 に示す。本実施例では、入力映像の特徴を 4 つのタイプ ($t_0 \sim t_3$) に分類している。

【0016】次に、主観品質データベース 4 の構成とこれを用いてビットレートを制御する符号化制御部 5 の動作について説明する。図 4 は主観品質データベース 4 の構成を示したものである。本実施例では、特徴 $t_0 \sim t_3$ に分類される入力映像信号を、それぞれ符号化処理部 1 において符号化した時の主観品質 S とビットレート B の関係を表すパラメータ導出関数 $g_1(S)$ を保持する。

【0017】符号化制御部 5 は、現在の入力映像信号の特徴 T に対応する主観品質 S とビットレートの関係を表すパラメータ導出関数 $g_1(S)$ を検索し、これに目標品質 S_0 を代入することにより、目標品質を実現するために必要なビットレート B_0 を出力する。図 5 は、入力映像信号の特徴 T が t_1 である場合の目標ビットレート B_0 の決定手順を模式的に表したものである。なお、符号化処理部 1 において処理可能などのビットレートにおいても目標品質を達成できない場合は、最も高いビット

とにより目標ビットレート B_0 を導出する。具体的な目標ビットレート導出の動作については後述する。

【0012】以下に、本実施例の動作について詳述する。なお、以下の一連の動作は符号化フレーム単位に行われる。

【0013】まず、映像信号特徴関数データベース 2 の構成とこれを用いた映像信号特徴導出部 3 の動作を説明する。本実施例では、図 2 に示すように、あるビットレート B で符号化したときの FR, Q 値から入力映像信号の特徴 T を導出する関数 $f_B(FR, Q)$ を映像信号特徴関数データベース 2 に用意しておく。本実施例における特徴導出関数 $f_B(FR, Q)$ を以下に示す。

【0014】

【数 1】

レート B を出力する。

【0018】一般に同じ FR, Q 値で符号化した場合の発生ビットレート B は、入力映像信号の時間・空間情報量の大小に対応する。そして、この大小関係は、これら映像信号を同じ品質で符号化するために必要なビットレートの大小に対応する。本実施例では、映像信号特徴導出部 3 において FR, Q, B の相対的な関係に着目して映像の特徴をグループ化しているため、各グループに属する映像の時間・空間情報量はほぼ等しく、結果としてこれらの映像を目標品質で符号化するために必要なビットレートはほぼ一定となっている。このような理由で図 5 に示すような関係式を決定することができる。

【0019】図 6 は本発明の第 2 の実施例のブロック図である。図において、11 は符号化処理部 (符号化部)、12 は映像信号特徴テーブル、13 は映像信号特徴導出部、14 は符号化処理性能テーブル、15 は符号化制御部である。

【0020】本実施例における符号化処理部 11 は、入力された映像信号 IS を、符号化制御部 15 から得られるフレームレート FR 、量子化精度パラメータ Q に基づいて符号化し、符号化映像信号 OS を出力する。

【0021】映像信号特徴テーブル 12 は、符号化処理部 11 から得られる符号化パラメータ値 (この例ではビットレート B 、フレームレート FR 、量子化精度パラメータ Q の 3 つ) の相互関係に基づいて入力映像信号の特徴を予めグループ化した結果を保持する。映像信号特徴導出部 13 は、映像信号特徴テーブル 12 を参照して入

力映像信号の特徴Tを導出する。具体的な特徴導出の動作については後述する。

【0022】符号化処理性能テーブル14は、映像信号特徴導出部13において導出された映像特徴Tを有する入力映像信号を、符号化処理部11の符号化パラメータ値を変化させて符号化したときのビットレートと主観品質の関係性を保持する。符号化制御部15は、映像信号特徴導出部13において導出された映像特徴Tと目標品質 S_0 から、符号化処理性能テーブル14を参照することにより、最も低いビットレートで目標品質を達成する符号化パラメータ値(FR, Q)の組み合わせを選択する。符号化処理性能テーブル14の構成及びこれを用いた符号化制御部15の動作については後述する。

【0023】以下に、本実施例の動作について詳述する。なお、本実施例でも、以下の一連の動作は符号化フレーム単位に行われる。

【0024】まず、映像信号特徴テーブル12の構成とこれを用いた映像信号特徴導出部13における特徴導出の動作について説明する。本実施例では、フレームレートFR、量子化精度パラメータQ、ビットレートBの三者の相対的な関係により、入力映像の特徴Tを予めグループ化しておく。具体的には、図7に示すように、FR, Q値の多くの組み合わせについて、その時のB値がある範囲に入る映像をグループ化して、その情報を映像信号特徴テーブル12として用意しておく。映像信号特徴導出部13は、符号化処理部11から得られたFR, Q, B値から、映像信号特徴テーブル12を参照することにより、入力映像信号の特徴Tを決定する。本実施例では、入力映像の特徴Tを4つのタイプ($t_0 \sim t_3$)に分類している。

【0025】次に、符号化処理性能テーブル14の構成及びこれを用いて符号化パラメータ値を選択・制御する符号化制御部15の動作について説明する。図8は符号化処理性能テーブル14の構成を示す図である。本実施例では、特徴Tを有する入力映像をフレームレートFR, 量子化精度パラメータQの値を変化させて符号化した時の主観品質Sをテーブルとして保持する。符号化制御部15では、符号化処理性能テーブル14について、現在の入力映像信号の特徴Tに対応し、かつ与えられた目標品質 S_0 以上の最も低い主観品質Sを有するエントリを検索し、この時のFR, Q値を出力する。主観品質とビットレートは単調な関係になるので、出力したFR, Q値が最も低いビットレートで目標品質 S_0 を達成するパラメータ値となる。なお、いずれのFR, Qの組み合わせによっても目標品質を達成できない場合は、最も高い主観品質Sを達成するエントリを検索し、この時のFR, Q値を出力する。

【0026】本実施例では、FR, Q, Bの相対的な関係に基づいて映像信号特徴テーブル12が入力映像の特徴Tをグループ化しているため、実施例1と同様の理由

で、各グループに属する映像を目標品質で符号化するために必要なFR, Q値はほぼ一定になっている。このため、図8に示すように、映像特徴T毎に、目標品質を達成するために必要なFR, Q値の組み合わせを決定することができる。

【0027】実施例1, 2において、映像信号特徴導出部3, 13が符号化処理部1, 11から得る符号化パラメータのうち符号化制御部5, 15から出力される符号化パラメータと共通しており、かつ、これらの値が常に一致するパラメータについては、この値を符号化制御部5, 15から直接、映像信号特徴導出部3, 13にフィードバックすることもできる。図9は、実施例2において、符号化制御部15が指定した通りのフレームレートFR、量子化精度パラメータQで符号化処理部11が動作可能な場合（つまり、符号化処理部11から出力されるFR, Q値と符号化制御部15から出力されるFR, Q値が一致する場合）に適用した構成例を示したものである。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、映像符号化制御において、目標品質を最も低いビットレートで達成でき、あるいは、これが困難な場合にも目標とする主観品質に最も近い品質を達成することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例のブロック構成図である。

【図2】本発明の第1の実施例で用いる映像信号特徴関数データベースの構成図である。

【図3】本発明の第1の実施例で用いる映像信号特徴関数データベースを構成する特徴導出関数を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施例で用いる主観品質データベースの構成図である。

【図5】本発明の第1の実施例で用いるの主観品質データベースを構成するパラメータ導出関数を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施例のブロック構成図である。

【図7】本発明の第2の実施例で用いる映像信号特徴テーブルの構成図である。

【図8】本発明の第2の実施例で用いる符号化処理性能テーブルの構成図である。

【図9】本発明の第2の実施例の別の態様のブロック構成図である。

【符号の説明】

- 1 符号化処理部
- 2 映像信号特徴関数データベース
- 3 映像信号特徴導出部
- 4 主観品質データベース

5 符号化制御部

11 符号化処理部

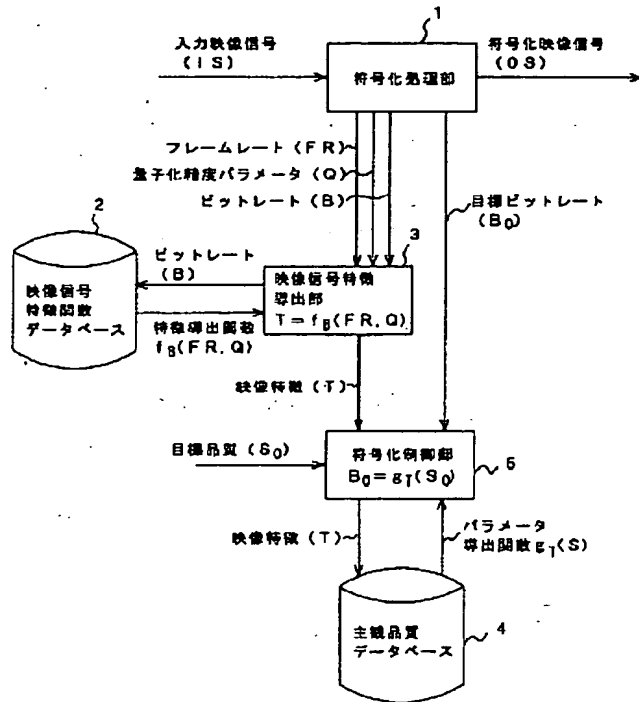
12 映像信号特徴テーブル

13 映像信号特徴導出部

14 符号化処理性能テーブル

15 符号化制御部

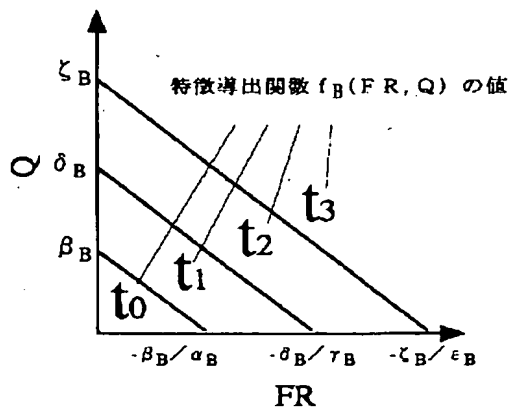
【図1】



【図2】

ビットレート B	特徴導出関数
$b_0 \leq B < b_1$	$f_{b0}(FR, Q)$
$b_1 \leq B < b_2$	$f_{b1}(FR, Q)$
$b_2 \leq B < b_3$	$f_{b3}(FR, Q)$

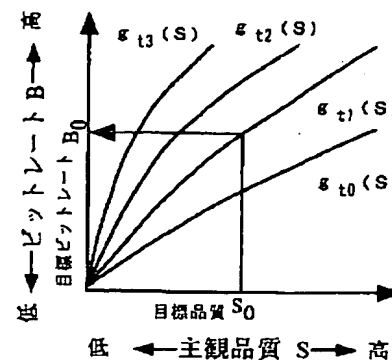
【図3】



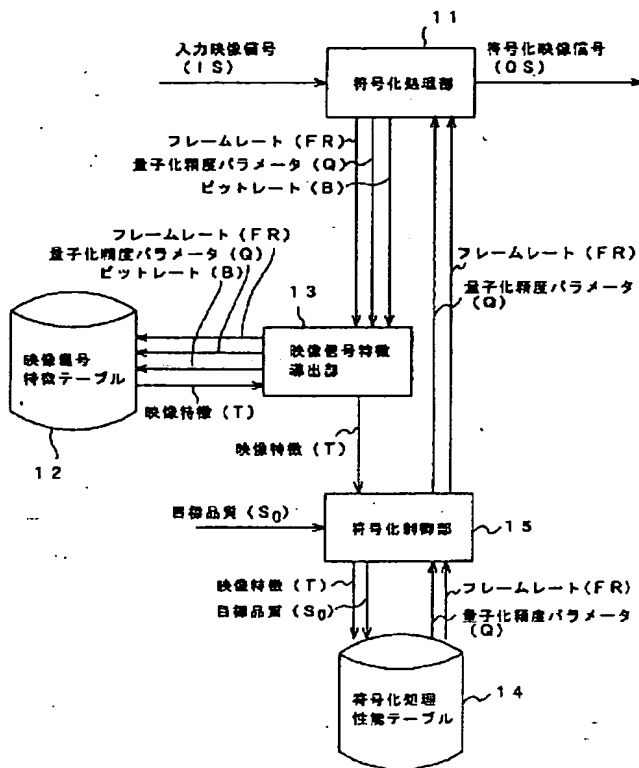
【図4】

映像特徴 T	パラメータ導出関数
t_0	$\varepsilon_{t0}(S)$
t_1	$\varepsilon_{t1}(S)$
t_2	$\varepsilon_{t3}(S)$
t_3	$\varepsilon_{t3}(S)$

【図5】



【図6】



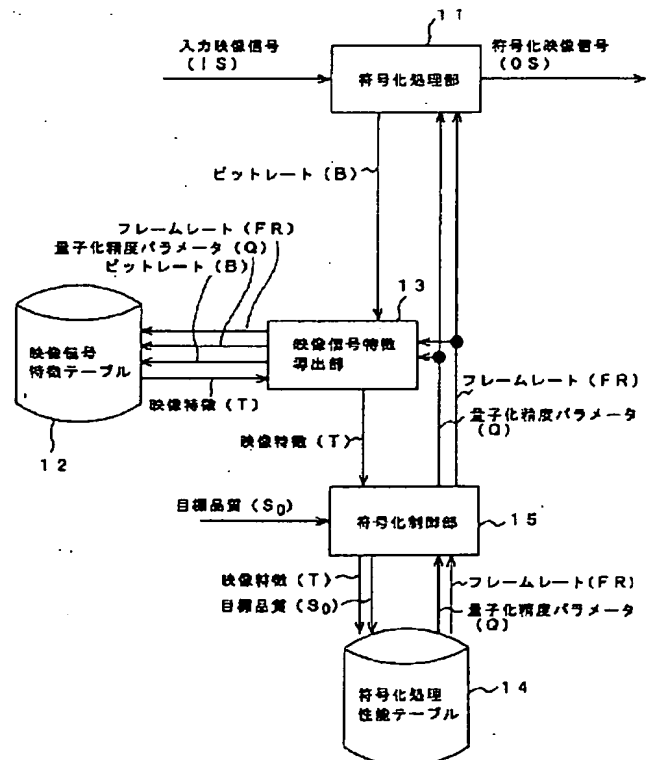
【図7】

フレームレート FR	量子化精度パラメータ Q	ビットレート B	映像特徴 T
f0	q0	b000 ≤ B ≤ b001	t0
f0	q0	b001 ≤ B ≤ b002	t1
f0	q0	b002 ≤ B ≤ b003	t2
f0	q0	b003 ≤ B ≤ b004	t3
f0	q1	b010 ≤ B ≤ b011	t0
f0	q1	b011 ≤ B ≤ b012	t1
f0	q1	b012 ≤ B ≤ b013	t2
f0	q1	b013 ≤ B ≤ b014	t3
f0	q2	b020 ≤ B ≤ b021	t0
f0	q2	b021 ≤ B ≤ b022	t1
f0	q2	b022 ≤ B ≤ b023	t2
f0	q2	b023 ≤ B ≤ b024	t3
f1	q0	b100 ≤ B ≤ b101	t0

【図8】

映像特徴 T	フレームレート FR	量子化精度パラメータ Q	主観品質 S
t0	f0	q0	s000
t1	f0	q0	s100
t2	f0	q0	s200
t3	f0	q0	s300
t0	f0	q1	s001
t1	f0	q1	s101
t2	f0	q1	s201
t3	f0	q1	s301
t0	f0	q2	s002
t1	f0	q2	s102
t2	f0	q2	s202
t3	f0	q2	s302
t0	f1	q0	s010

【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C059 KK01 KK47 LB07 MC11 SS06
SS11 TA00 TA07 TA46 TB04
TC00 TC37 TD13 TD15 UA02
UA38
5C078 AA04 BA12 BA21 CA00 CA27
DA01 DB07

TC24

TC47

TD13

TD13 X

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.